

Никонов Ю.В.

КВАНТОВЫЕ СТАТИСТИКИ И ВРЕМЯ ПРИ АЛКОГОЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ

Еще в 1986 году известный советский ученый И.М. Фейгенберг [22] в контексте исследования вероятностного прогнозирования, предлагал использовать принципы квантовой механики для объяснения психических, в том числе и психопатологических, явлений. Он подробно рассматривал знаменитый опыт по прохождению электрона через две щели [15], который убедительно показал зависимость наблюдаемого результата эксперимента с объектами квантовой механики от способа наблюдения. Фейгенберг писал, что в психологии сплошь и рядом невозможно отделить наблюдаемое явление от наблюдателя, невозможно однозначно провести границу между ними. Он предлагал использовать для интерпретации психологических экспериментов принцип дополнительности Н. Бора, математический аппарат квантовой механики, а в качестве примера квантовых закономерностей приводил феномен постгипнотического внушения [22]. С. Л. Рубинштейном и А. В. Брушлинским был введен термин недизъюнктивного процесса, при котором невозможно определить, по какому из возможных путей он осуществился, каким из возможных способов решена познавательная или творческая задача. В квантовой физике установлено, что для описания недизъюнктивных физических процессов необходимо использовать математический аппарат квантовой механики, в первую очередь – комплексные «амплитуды вероятностей». По мнению Б.И. Беспалова [3], в психологии обычно наблюдаются временные интерференции, проявляемые во взаимодействии варьируемых в хронометрическом эксперименте факторов, а в физике – в основном неопределенность возможных путей осуществления физического процесса проявляется в основном в пространственных интерференциях возможных результатов этого процесса (например, интерференционные полосы на фотопластинке возникают вследствие неопределенности пути попадания фотона в данные точки). Временная интерференция – «наложение во времени» промежуточных результатов психического процесса может наблюдаться при наличии неопределенности в самом способе

опознания объекта, в случае невозможности контроля временного порядка осуществления разных процессов, при неосознанном выборе способов действия с объектом. Последнее время появляется все больше работ, посвященных «квантовоподобным» явлениям в экономике, социологии, психологии и патопсихологии, лингвистике [6,7], что отражено в трудах симпозиумов «Quntum interactions» (2007- 2009). Первый всероссийский конгресс по экономфизике, где рассматривались и проблемы квантовой экономфизики прошел в июне 2009 года в Москве. Некоммутирующие измерения могут встречаться не только в квантовых микроскопических, но и в макроскопических системах. Многие исследователи, столкнувшись с «квантовоподобными» явлениями, пытались напрямую применять формализм квантовой механики. Эксперименты в этих областях явно демонстрируют такие явления, как влияние одного измерения на другое, а неклассические состояния скорее являются правилом, чем исключением. Так Райт в 2003 году писал [29], что «социальная наука даже более неклассическая, нежели квантовая механика», и что необходимо иметь теорию, более общую, чем модель гильбертова пространства.

По мнению А.Ю. Хренникова главное, что квантовая теория является статистической теорией. Основная статистическая особенность квантовой теории, которая отличает эту теорию от классической статистической термодинамики, это интерференция амплитуд вероятностей. Поэтому любую систему с такими свойствами, следует рассматривать как квантовую или «квантовоподобную» систему. Он подчеркивает, что в отличие от известных воззрений Р. Пенроуза, не имеет в виду, что мозг человека «работает» непосредственно с использованием физических квантовых эффектов [24].

Хорошим примером некоммутирующих измерений в медицинской психологии и наркологии является измерение интенсивности патологического влечения к алкоголю (ПВА) с помощью действия паров этанола на обонятельный анализатор. Наличие и интенсивность влечения к алкоголю выявляется рядом опросников, тестом кратковременного воздействия парами этанола на обонятельный анализатор [12,20]. В журнале «Вопросы наркологии» в 1992 году М.Ф. Тимофеевым были опубликованы результаты исследования больных алкоголизмом мужчин с

помощью методики изучения реакции сосудов головного мозга (исследовалась реакция сосудов лобной области) на запах алкоголя. Методика может объективировать неосознаваемое отношение к приему алкоголя в момент исследования [20]. Важно, что само «измерение» часто может спровоцировать или изменить интенсивность ПВА. Больной алкоголизмом может оценивать продолжение своей алкоголизации как безусловное «добро», реже – как «зло», чаще – оба варианта «хуже» [18,20]. Есть основания предполагать, что закономерности ПВА могут описываться квантовыми статистиками.

А.А. Ежов и А.Ю. Хренников [10,24] предложили моделировать психические расстройства, для которых установлена роль изменения функциональной асимметрии головного мозга (ФА ГМ) при помощи нейронных сетей с использованием концепции рефлексии В.А. Лефевра. У Лефевра [14] агенты, принадлежащие разным этическим системам, могут сосуществовать в одном обществе, образуя гетерогенное сообщество. Было выдвинуто предположение, что существование двух этических систем по Лефевру, может быть связано с доминированием у большинства агентов левого (в первой, западной этической системе) и правого (во второй, восточной этической системе) полушарий головного мозга. В поддержку такого соответствия было выдвинуто много аргументов.

Учитывая, что левое полушарие головного мозга обрабатывает преимущественно временную информацию, а правое – пространственную, Ежов предлагает рассмотреть два модельных мира. В первом из них отсутствует пространство, а во втором – время. В первом внепространственном мире (условно – в мире левого полушария мозга) все происходит в единственной точке пространства, но в разные моменты времени. Во втором вневременном мире (условно – в мире правого полушария мозга) все происходит в один момент времени, но в разных его пространственных точках. Гипотеза о связи этической системы с доминантностью полушарий ГМ позволяет использовать теорию рефлексивных структур в социальных моделях вообще и в экономике, в частности. При этом возникает прямая аналогия с физическими системами, описываемыми квантовой статистикой. Как и в «алгебре совести» Лефевра, миры левого и правого полушария требуют дополнительного описания логических

операций. Сообщества, состоящие исключительно из лево- и правополушарных агентов с дружественными и конкурентными отношениями, соответственно, описываются известными квантовыми распределениями – Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака [10, 24, 26].

Слово анион (по-другому – энион) происходит из слова «anyon» и означает, что перестановка таких частиц изменяет фазу волновой функции на любую величину в интервале от 0 до π . Для бозонов изменение фазы при перестановке равно 0, а для фермионов π . Анионы – квазичастицы – «топологические солитоны», «возбуждения», «вихри», в двухмерной системе электронов, находящихся в сильном магнитном поле, при температуре, близкой к абсолютному нулю, которые ведут себя как частицы и античастицы, изучаемые в физике высоких энергий. Частично заполненные электронные зоны представляют собой сильно коррелированную систему. Поведение отдельных электронов в этом случае нельзя считать независимым, поскольку взаимодействие между электронами кардинально меняет характер системы. Подобно тому как два фермиона могут образовать куперовскую пару, которая будет бозоном, анионы также могут образовывать пары, которые можно считать квазичастицей. В такой системе вместо отдельных электронов возникают новые, коллективные степени свободы – квазичастицы анионы, для них работает принцип запрета Паули: две частицы не могут находиться в одинаковом состоянии [25, 28]. Если перестановку этих частиц изображать как перемещение траекторий в пространстве-времени, то возникает аналогия с плетением кос, прядением. Состояниям из «n» анионов могут соответствовать топологически различные переплетения «мировых линий». Анионы с такими свойствами являются не-абелевыми. Алексей Китаев (California Institute of Technology) в 1997 г. предложил использовать топологические состояния анионов для квантовых вычислений. Анионы обладают свойством, присущим фермионам. Для этой цели особенно удобны неабелевы анионы с особыми свойствами – «анионы Фибоначчи» которые недавно обнаружены в эксперименте. Это и есть основа для топологического, устойчивого к декогеренции, квантового компьютера подобно тому, как обычные кубиты в запутанных состояниях создают основу для квантовых вычислений [28].

Конкурентная среда у левополушарных людей в модели отражается в эффективном отталкивании фермионов, а кооперация правополушарных соотносится с эффективным притяжением бозонов [10,26]. Существуют различные системы, как квантовые, так и классические, чье состояние равновесия описывается квантовыми статистическими распределениями. Если допускается взаимопревращение бозонов и фермионов (в нашем случае она в точности соответствует переключению доминантности полушарий), то система состоящая из бозонов и фермионов будет иметь функцию статистического распределения анионов [25,27,30]. Промежуточные типы статистики находят не только в системах квантовых квазичастиц. Например, в случае негомогенной сложной сети с различными свойствами узлов, демонстрирующей смешанную квантовую статистику [23,27,30]. Нейронные сети можно отнести именно к таким сетям.

При приближении к критическим режимам, агент модели Ежова-Хренникова может изменить свою стратегию выживания; динамика переключения полушарий может быть естественным образом введена в модель. Хорошо известно, что нарушения циклов доминирования полушарий рассматривается некоторыми авторами как источник различных ментальных расстройств. Например, важную роль нарушения переключения полушарий ГМ играют в патогенезе биполярного расстройства (маниакально-депрессивного психоза). Это, по Ежову и Хренникову, открывает путь к учету социальных условий при развитии ментальных расстройств. Они предлагают изучать наиболее интересный общий случай популяции, состоящей из агентов с различной полушарной доминантностью и найти ее равновесные состояния [10,24,26]. Конечно, необходимо помнить, что реальность не сводится к модели и существуют индивидуальные профили латеральности, но тем не менее «нарушения циклов доминирования полушарий» головного мозга безусловно имеют существенное значение не только для маниакально-депрессивного психоза, но и для патогенеза хронического алкоголизма [8,9,10,21]. Анализ динамики эмоциональных реакций при развитии алкогольного опьянения и алкогольного постинтоксикационного состояния хорошо согласуется с существующими нейропсихологическими представлениями о преимущественной связи левого полушария с эмоциями положительного знака, а правого – с эмоциями

негативного круга [8,9]. Есть основания полагать, что динамика ФА ГМ в состояниях алкогольного абстинентного синдрома (ААС) и алкогольного опьянения (АО) может моделироваться вышеописанными методами.

Особый интерес вызывает возможность скоррелированности поведения лиц, находящихся в алкогольном опьянении, условно говоря – «бозонов» – и в малых группах, и в масштабе популяции – города, страны и т. д. Так как АО – это процесс, сопровождающийся нарастанием – ослаблением его симптоматики (выделяют легкую, среднюю и тяжелую степени АО) и соответствующими колебаниями ФА ГМ, то логично предположить, что динамика коррелятов АО в популяции, группе, может описываться статистикой анионов, в том числе – неабелевых анионов. У больных хроническим алкоголизмом II стадии, для которых часты особые, измененные формы АО, наряду со статистикой Бозе-Эйнштейна можно ожидать статистику анионов. Можно предположить, что измененным формам АО (например, описывают взрывные, дисфорические, истерические, депрессивные, маниакальные, эпилептоидные, параноидные варианты АО)[4,17], в модели соответствуют разные фазы волновой функции анионов.

Вернемся с популяционного уровня рассмотрения особенности динамики АО на более низкий, организменный иерархический уровень (в духе уровней темпомиров, описанных А.Л. Алюшиным и Е.Н. Князевой). Понятие темпомира [2] основано на концепции иерархической организации систем. Темпомир – это подсистема со своим внутренним временем, идущим независимо от остальных частей мира – других темпомиров. Объекты одного системного уровня соизмеримы по масштабу и взаимосвязаны в единый комплекс причинно-следственных отношений на макроуровне. Поэтому они подчинены соизмеримому темпу изменений и образуют единый темпомир. Разные темпомиров могут практически не взаимодействовать, так как присущие им темпы времени могут резко отличаться. Концепция квантового характера реальности, по А.Л. Алюшину и Е.Н. Князевой, может быть приложена к взаимоотношениям вышестоящего и нижестоящего уровней во всякой иерархической системе, в том числе и биологической [2], напоминает концепцию Г.Е. Михайловского о двумерности биологического времени разных иерархических уровней биосистем [2,16].

При развитии, нарастании АО в организме человека происходит поэтапное отключение перцептивной сферы. При лёгкой степени опьянения отмечается неустойчивость внимания, повышенная отвлекаемость. Настроение приподнятое, сопровождается либо эйфорией, либо повышенной интеллектуальной и двигательной активностью. Могут отмечаться неглубокие колебания настроения. В соответствии с основным аффектом окружающий мир воспринимается ярким, красочным, доброжелательным. Отмечается переоценка своей значимости и положительного отношения к себе других людей. Снижается способность к критической оценке своих поступков. Темп мышления и речи может оставаться обычным, но может ускоряться. Отмечается облегчённое возникновение ассоциаций, которые становятся более поверхностными. Страдает последовательность и связность изложения своих мыслей. Характерны словоохотливость, говорливость, чрезмерная экспрессивность речи. Нарушения артикуляции отсутствуют. Отмечается нерезко выраженное расторможение сексуального, пищевого и других влечений. Тем не менее, в этой стадии опьянения сохраняется контроль за своими поступками. Вегетативно-соматические проявления ограничиваются лёгкой гиперемией, незначительным учащением сердечных сокращений. При неврологическом обследовании отмечается лёгкое нарушение координации движений.

При средней степени алкогольного опьянения утрачивается способность улавливать детали и нюансы реальной ситуации. Опьяневшие не оценивают изменений в составе окружающих их лиц, не воспринимают событий, происходящих на периферии их поля зрения. Внимание либо поглощено какой-либо одной темой, либо постоянно отвлекается и переключается с одного предмета на другой. Вступить в конструктивный контакт с опьяневшим удаётся с трудом. Наблюдаются эпизоды резкого подъёма настроения с утрированными проявлениями веселья и беззаботности, назойливыми объяснениями в любви окружающим, грубой переоценкой собственной личности и своих возможностей. Такое настроение может быстро меняться на противоположное с тоскливостью, угнетённостью. Возможны дисфорические состояния с угрюмостью, раздражительностью и ворчливостью. В соответствии с аффектом окружающее воспринимается либо в радужных тонах, либо в серых, бесцветных. Грубо нарушается

самосознание. Эпизоды переоценки собственной значимости могут перемежаться с самоуничижением, самобичеванием. Мышление и речь заметно дезорганизуются. Нарушается способность к образованию ассоциативных связей. Интеллектуальная деятельность становится малопродуктивной. Замедляется темп мышления и речи, ассоциации становятся скудными и однообразными. Мысли и фразы подбираются с большим трудом. Речь состоит из отдельных коротких фраз, разделённых большими промежутками. Возможны обстоятельность и тугоподвижность мышления. Движения становятся размашистыми, порывистыми, неуклюжими. Усиливается импульсивность. Повышенная хаотическая активность перемежается эпизодами пониженной активности, вялости, сонливости. По мере углубления алкогольной интоксикации такое состояние становится преобладающим. Вегетативно-соматические расстройства разнообразны. Нарастает гиперемия кожных покровов, гипергидроз. Наряду с этим усиливается дизартрия и расстройства координации движений.

При тяжёлой степени АО нарушены все виды ориентировки: в месте пребывания, ситуации, времени и собственной личности. Внимание привлекается с большим трудом. Смысл обращённых к нему вопросов почти не воспринимается, но могут выполняться отдельные простые инструкции. Мимические движения, жесты и отдельные фразы негативного характера говорят о дисфорическом аффекте. В связи с резким повышением порога восприятий тяжёлое опьянение иногда принимает характер оглушения. В этом случае отмечаются крайнее обеднение психики, двигательная пассивность, доходящая до обездвижения, и эмоциональная индифферентность. Мышление обеднено, опустошено. Ассоциации крайне скудны. Образование их замедлено. Такому характеру мышления соответствует либо отсутствие спонтанной речи, либо произнесение отдельных малоосмысленных фраз. Возможны персеверации, при которых речевая продукция однообразна, однотипна. Двигательная активность опьяневших настолько дезорганизована, что они не способны совершать сколько-нибудь сложных и целенаправленных действий [4,17].

Согласно исследованиям А.Е. Боброва [5], при АО у здоровых, происходит «переструктурирование субъективной картины мира», что сказывается на процессах принятия решений. У испытуемых, обладающих исходно невысокой когнитивной

дифференцированностью, под действием алкоголя появлялись дополнительные параметры в оценке объектов и возникали новые смысловые связи, что приводило к преходящему, хотя и искаженному усложнению индивидуальных представлений о мире и собственной личности. У лиц, с изначально высокой степенью дифференцированности в состоянии АО картина мира теряла многообразие и сложность, что находило свое отражение в усилении корреляции между даваемыми ими оценками. Перестройка механизмов восприятия и переработки информации в ходе АО, изменение степени когнитивной дифференцированности субъекта, возможно, соответствует выявлению свойств «бозонов». По данным того же автора, у больных алкоголизмом (при исследовании ЭЭГ), «...после введения алкоголя наблюдалось изменение доминантности полушарий».

Состояниям «бозонов» и «фермионов» мозга больных алкогольной зависимостью соответствуют «ментальные цепочки» с разной памятью. А.А. Ежов с соавторами предлагает использовать представления о подобных «ментальных цепочках» с разной системой кодирования информации для моделирования экономического поведения людей [26].

У больных с алкогольной зависимостью проявлением смены этих состояний могут соответствовать алкогольные амнезии, когда человек при повторном вхождении в АО, вспоминает то, что забыл, протрезвев после предшествующего АО (например, куда спрятал деньги на выпивку). По мере прогрессирования алкоголизма, все больше появляется информации, доступной исключительно «алкогольной» или «трезвой» личности [4,17]. Моделирование поведения групп лиц, находящихся в состоянии АО, в частности динамики покупки спиртных напитков (здоровых и больных алкоголизмом) может иметь значение для собственно эконофизики.

«Памяти» бозонов и фермионов соответствуют «запутанные» состояния квантовых частиц, они же «соотнесенные состояния» по Эверетту. Как образно пишет Ю.А. Лебедев: «У каждого электрона, фотона, нейтрино по является собственная история...» [13].

Согласно Владимиру Лефевру, ментальные феномены есть вид существования термодинамических характеристик нейронных сетей, проводящих вычислительные процессы. Связь между каким-либо ментальным процессом и функционированием реальных нейронных сетей подобна связи между температурой некоторого

объема газа и конкретным индивидуальным движением составляющих его частиц. Он упоминает об успешном применении модели Изинга, созданную для теоретического представления физических процессов, протекающих в твердых телах для описания параллельных и асинхронных процессов вычислений в формальных нейронных сетях [14]. Существенно, что модель Изинга используется и в моделях эконофизики [11]. В.А. Лефевр [14] создал формальную модель субъекта, совершающего выбор одной из двух полярных альтернатив – «биполярный выбор». Сделана попытка применения модели Лефевра для описания выбора: «алкоголизация – трезвость» при алкоголизме [18]. Именно описание ситуаций выбора, например – «эффектов негативного выбора» по В.М. Аллахвердову [1], нередко рассматривается в квантовой психологии. Логичен следующий шаг – признание в работе нейронных сетей закономерностей не только классической термодинамики, но и квантовой.

Возможно целенаправленное и контролируемое воздействие на динамику ФА ГМ с целью его функционального изменения, то есть контролируемого (в отличие от действия алкоголя) модулирования ФА ГМ. В частности, в лечении алкогольной зависимости успешно применяется метод латеральной светотерапии, основанный именно на функциональном изменении асимметрии полушарий головного мозга [21]. Исходя из этого, возможно моделирование динамики эффектов латеральной терапии алкоголизма с применением квантовых статистик.

Примером проявления квантовоподобных свойств организма человека, в частности – свойств квантовых квазичастиц – анионов, могут служить некоторые закономерности динамики ПВА, АО при хроническом алкоголизме. Существенно, что переходы при описании динамики алкогольной зависимости от статистик Бозе – Эйнштейна через промежуточные квантовые статистики к статистике Ферми-Дирака, с другой точки зрения, являются и переходами между состояниями с разной топологией пространства-времени [19]. Изучение квантовоподобных свойств, переменной топологии психики и нейронных сетей больных с алкогольной зависимостью важны для более глубокого понимания природы человека.

Литература

1. Аллахвердов В.М. Сознание как парадокс.— СПб. Изд-во ДНК, 2000. – 528 с.
2. Алюшин А.Л., Князева Е.Н. Темпомиры: Скорость восприятия и шкалы времени. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 240 с.
3. Беспалов Б.И. Постулаты классических и квантовых моделей психических процессов //Ежегодник Российского психологического общества. Материалы III всероссийского съезда психологов. Том 1.— СПб.: Изд-во СПб Университета, 2003.
4. Бехтель Э.Е. Донозологические формы злоупотребления алкоголем. – М.: Медицина, 1986. – 272 с.
5. Бобров А.Е. Психотропные свойства этилового спирта и фармакогенное развитие личности при алкоголизме // Первый съезд психиатров социалистических стран. 1987. – (С. 415 – 420).
6. Данилевский И.В. Структуры коллективного бессознательного: Квантовоподобная социальная реальность. – М.: КомКнига, 2005. – 376 с.
7. Данилов В.И. Моделирование некоммутирующих измерений//Журнал новой экономической ассоциации. 2009. № 1—2. (С. 10 – 36).
8. Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н. Функциональная асимметрия и психопатология очаговых поражений мозга. – М.: Медицина, 1977. – 360 с.
9. Егоров А.Ю. Нейропсихология и паттерны аддиктивного поведения // Руководство по аддиктологии. Наркология и аддиктология. / Под. ред. проф. В.Д. Менделевича. – СПб: Изд-во: Речь, 2007. – (С.571 – 579).
10. Ежов А. А. Сознание, рефлексия и многоагентные системы //VIII Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика – 2007»: Лекции по нейроинформатике. Часть 1. – М.: МИФИ, 2007. – (С. 11 – 51).
11. Згуровский М.З., Померанцева Т.Н. Методы принятия решений в социальных системах на основе спиновых моделей Изинга //Проблемы управления и информатики, 1995, № 1. — (С.89 – 97).
12. Крупицкий Е.М. с соавт. Феноменология патологического влечения к алкоголю у больных алкоголизмом в ремиссии: связь с рецидивом заболевания // Вопр. наркологии. 2003. № 6. – (С.15 – 20).
13. Лебедев Ю.А. Многоликое мироздание. Эвереттическая аксиоматика. – М.: «ЛеЖе», 2009. – 269 с.

14. Лефевр В.А. Рефлексия. – Москва: Когито-Центр. 2003. – 496 с.
15. Менский М.Б. Человек и квантовый мир. – Фрязино: «Век 2», 2005.– 320 с.
16. Михайловский Г.Е. Организация времени в биологических системах // Журнал общей биологии. 1989. Т. 50, № 1. – С. 72.
- Морозов Г.В., Рожнов В.Е., Бабаян Э.А. Алкоголизм. Руководство для врачей. – М.: Медицина, 1983. – 432 с.
17. Морозов Г.В., Рожнов В.Е., Бабаян Э.А. Алкоголизм. Руководство для врачей. – М.: Медицина, 1983. – 432 с.
18. Никонов Ю.В. Алкогольная зависимость в контексте «формулы человека» Лефевра // Рефлексивные процессы и управление. 2008. 8. № 2. – (С. 105 – 110).
19. Никонов Ю.В. Виртуальные реальности психических расстройств // Сознание и физическая реальность. т. 8, № 4, 2003. – (С. 47– 50).
20. Тимофеев М.Ф. Периоды риска у больных алкоголизмом на ранних этапах ремиссии и противорецидивная иглотерапия // Вопр. наркологии, 1992. № 1. – (С. 35–38).
21. Чуприков А.П., Линев В.Н., Марценковский И.А. Латеральная терапия. – Киев: Здоровья, 1994. – 176 с.
22. Фейгенберг И.М. Видеть, предвидеть, действовать. – М.: Знание, 1986. – (С. 50 – 63).
23. Bianconi G. Quantum statistics in complex networks Phys.// Phys. Rev., E 66, 2002. – P. 056123.
24. Ezhov A. A. and Khrennikov A. Yu. Agents with Left and Right Dominant Hemispheres and Quantum Statistics. // Phys. Rev., E 71, 2005. – P. 016138
25. Ezhov A. A., Khrennikov A. Yu. On ultrametricity and symmetry between Bose-Einstein and Fermi-Dirac systems // AIP Conf. Proc., – 826, issue 1, 2006.— P. 55 – 64.
26. Ezhov A. A., Khrennikov A. Yu., Terentyeva S.S. Indications of a possible symmetry and its breaking in a many-agent model obeying quantum statistics.// Phys. Rev., E 71, 2008. – P. 031126.
27. Medvedev M. Properties of Particles Obeying Ambiguous Statistics V. // Phys. Rev. Lett., 78, 1997.— P. 4147– 4150.
28. Trebst S., Ardonne E., Feiguin A., Huse D.A., Ludwig A.W.W., Troyer M. Collective States of Interacting Fibonacci Anyons // Phys. Rev. Lett. 101, 2008. – P. 050401– 050401-4.

29. Wright R. Statistical structures underlying quantum mechanics and social science. 2003 arXiv: quant-ph/0307234.

30. Wung – Hong Huang. Boson-fermion transmutation and the statistics of anyon. // Phys. Rev., E 51, 1995. – P. 3729 – 3730.

Опубликовано в сборнике **«Формы и смыслы времени (философский, теоретический и практический аспекты изучения времени)»** : сб. научн. тр. под ред. В.С. Чуракова (серия «Библиотека времени». Вып.7). – Новочеркасск: Изд-во «НОК», 2010. – 496 с.